云 南 植 物 研 究 2000，22（4）：408～418
Acta Botanica Yunnanica

中亚热带原生和次生湿性常绿阔叶林种子植物区系多样性比较*

包维楷[1]，刘照光[1]，刘朝禄[2]，袁亚夫[2]，汪泽卫[2]
（1 中国科学院成都生物研究所，四川 成都 610041；2 瓦屋山国家森林公园，四川 洪雅 612364）

摘要：对瓦屋山的湿性常绿阔叶林破坏后自然恢复的次生群落及其与原生湿性常绿阔叶林的比较研究表明，中山湿性常绿阔叶林砍伐破坏后在封山条件下经过 42 年的自然恢复形成的植被，已经形成常绿阔叶外貌，其物种多样性丰富，区系组成已经与破坏前相似；湿性常绿阔叶林的典型珍稀濒危和标志种已经随森林环境的恢复而迅速回归或就地保存；虽然自然恢复的次生林乔木层尚存在较多落叶伴生种，但优势种已与破坏前相似。有力地说明了中山湿性常绿阔叶林砍伐破坏后物种自然恢复迅速、恢复效果也较好，暗示自然恢复是该区常绿阔叶林及其生物多样性恢复和重建的有效途径之一，而物种多样性的恢复可作为生态恢复效果评价的有效指标之一。

关键词：原生常绿阔叶林；次生常绿阔叶林；自然恢复；区系多样性
中图分类号：Q 948　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0253－2700（2000）04－0408－11

Comparison to Floristic Diversity of the Primary and Secondary Humid Evergreen Broad－Leaved Forest in Wawushan National Forest Park of the Southwestern China

BAO Wei－Kai[1]，LIU Zhao－Guang[1]，LIU Chao－Lu[2]，YUAN Ya－Fu[2]，WANG Ze－Wei[2]
（1 *Chengdu Institute of Biology*，*Chinese Academy of Sciences*，Chengdu 610041，China；
2 *Wawushan National Forest Park*，Hongya，Sichuan 612364，China）

Abstract：The largest area of subtropical evergreen broad－leaved forests distributed naturally in southern and southwestern China play an important role in biological diversity and natural environment conservation. However，human－induced disturbances in the last several decades have destroyed most of the valued vegetation. Diversity loss and environmental degradation have been a serious problem. It has been pressing and difficult work to restore and rehabilitate the evergreen broad－leaved forests. In China，although numerous studies dealing with the artificial rehabilitation have been carried out，the effect on conservation and restoration of biological diversity has been found to be ineffective due to restricted tree selection. Few studies have undertaken natural regeneration and floristic diversity restoration. The present study was conducted in the secondary and primary subtropical evergreen broad－leaved forests at an altitude 1 500～1 900 m in Mt.

* 基金项目：中国科学院成都地奥科学基金（DASF）、瓦屋山国家森林公园和中国科学院“9.5”重大基金资助项目（KZ951－110）共同资助。
收稿日期：1999－10－27，1999－12－13 接受发表

Wawushan National Forest Park of the southwestern China. In order to assess effects of natural recovery and conservation of species diversity，we investigated the secondary and primary vegetation and comparatively analyzed their floristic composition by adopting plot survey method and specimen collection. After 42 years of natural recovery，the secondary vegetation showed complicated species diversity，common floristic characteristics，similar woody plant composition and community phsiognomy with the primary vegetation，and the rare and endangered plants in the primary broad – leaved forest had returned and were conserved successfully. This implies that natural recovery is a very effective and rapid pathway to restore the destroyed evergreen broad – leaved forest and biological diversity. Accordingly，composition and characteristics of floristic diversity could act as one effective indicator to assess and judge the effect of ecological restoration. The difference of floristic composition exiting between the primary and the secondary forest，failed to be distinguished by analysis and comparison of genera/family floristic distribution pattern，hinting that the floristic distribution pattern may be ineffective for indicating and evaluating difference of both actual and similar vegetation. However，when comparing flora property and floristic zonation，it may be feasible for substituting secondary vegetation for primary vegetation in case of scarce of primary vegetation.

Key words：Subtropical evergreen broad – leaved forest；Natural recovery；Floristic diversity；Diversity loss

亚热带常绿阔叶林是中国最复杂、生产力最高、生物多样性最丰富的地带性植被类型之一，对保护环境、维持全球性生物循环和人类的持续发展等都具有极重要的作用（祁承经，1990）。但由于人类干扰活动的长期破坏，目前我国整个亚热带常绿阔叶林分布面积已不足 5%（陈伟烈和贺金生，1995）。而据卫片分析，整个长江流域的面积较集中的常绿阔叶林不过 0.22%（Myint & Hofer，1998）。大多数常绿阔叶林呈片断化、孤岛状残存于交通不便、偏僻的山地自然保护区、国家森林公园和少数重要宗教寺庙周围（祁承经，1990；贺金生和陈伟烈，1995）。广阔的中亚热带常绿阔叶林地区已被农耕地、人工林、次生林和灌丛等取代。由此而导致了亚热带地区群落结构简单、功能衰退、易受外来种侵入、大量物种濒临绝境甚至消失，生态环境的恶化，持续生产力低，调节气候作用、调节和涵养水分能力、储藏养分能力弱、土壤肥力下降、病虫害频繁等等一系列问题（祁承经，1990；徐化成，1991；盛炜彤，1993；李昌华，1993；李昌华，等 1981；张鼎华和林肖文，1993；贺金生和陈伟烈，1995；刘照光等，1997）。常绿阔叶林的迅速恢复和重建已成为亚热带地区环境治理和生物多样性保护和维持的关键措施之一。

自然更新或人工促进更新是常绿阔叶林恢复和重建与生物多样性维持的有效途径（刘金林等，1984；刘照光，1994；贺金生和陈伟烈，1995，余作岳等，1995，彭少麟等，1995；刘照光等，1997；张水松等，1997）。研究自然恢复的常绿阔叶林物种组成、结构和功能，可能是目前寻找迅速的人工恢复和重建相对稳定的常绿阔叶林的理论和实践依据的最重要的途径之一，对目前大面积低效纯林改造与人工恢复和重建森林也有积极意义。但目前该方面的研究是缺乏的，对次生常绿阔叶林的认识明显不足。基于此，我们比较分析了原生林与自然恢复林的物种组成，企图从物种组成角度，检测和评价常绿阔叶林的自然恢复效果，为相对稳定的常绿阔叶林人工恢复和重建与人工促进更新提供树种选择的理论和实践依据。

1 研究区自然概况

本研究在我国西部的中亚热带湿性常绿阔叶林区代表地段四川洪雅县南部的瓦屋山国家森林公园（前身是洪雅林场）内进行。位于 102°51′~103°20′E，29°31′~29°51′N，公园面积 476 km^2。南北长约 100 km，东西宽约 50 km（赵崇儒，1991）。在中国植被分区中该区属亚热带常绿阔叶林区域、中亚热带常绿阔叶林亚区域、中亚热带常绿阔叶林南部亚地带的川滇黔山丘栲类、木荷林区（中国植被编辑委员会 1980）；在四川植被区划上属亚热带常绿阔叶林区、川东盆地及西南山地常绿阔叶林地带、川东盆地偏湿性常绿阔叶林亚带、盆边西部中山植被地区、大相岭东北部植被小区（四川植被协作组，1980）。植物区系组成属泛北极植物区中国－日本森林植物亚区的华中地区与中国－喜马拉雅森林植物亚区的横断山脉地区的交错带上（王荷生，1992）。

该区属中亚热带季风性湿润气候。具气候温和，降雨充沛，四季分明，雨热同期，夏无酷暑，冬无严寒，日照少，云雾多的特点。年均日照 1079.9 h。年均太阳辐射总量 82.0 kca/cm^2。最冷月（1 月）均温为 6. 6℃，极端最低温 －3.3℃；最热月（7 月）均温 25.7℃，极端最高温 36.2℃。年均温 16.8℃，年较差为 9.1℃。年降雨量达 1 493.8 mm，年平均降雨天数为 184 d，集中在 6~8 月，占 60%。是著名的华西雨屏区。由于降水多，植被好、日照少，年均蒸发量仅 678 mm，年均相对湿度达 80%。在本文样地研究的中山区，气候具温和湿润，雨水多云雾多日照短，湿度大的特点。年均温 10~14℃，年日照不足 800 h，年降水量达 2 397.7 mm，降水日达 199~226 d。年均相对湿度达 85%~90%。该区成土母质主要是晚古生界二迭纪至元古界的灰岩、砂岩、玄武岩、千枚岩、花岗岩、各种变质岩等古老岩层风化的残积物，森林土壤可分为 4 个土类、8 个亚类①，主要有山地黄壤和黄棕壤等。根据作者等 1993 年以来的调查结果不完全统计，该区有高等植物 2 800 余种。其大面积的植被类型有人工林（杉木、柳杉、水杉等）、次生落叶阔叶林、常绿阔叶林、常绿与落叶阔叶混交林、亚高山针叶林、次生竹林等。

2 调查对象与研究方法

瓦屋山森林公园的木姜杠工区海拔 1 400~1 900 m 的地段，有较大面积的处于恢复阶段的次生常绿阔叶林。据调查，这是原生常绿阔叶林在 50 年代末经大炼钢铁而砍伐破坏了乔木，留下更新幼树，随后封山而自然恢复的（自然恢复了 42 年）。除 1989 年进行过小范围内的择伐“耳木”（径阶小的被压木）外，基本无人为破坏，干扰历史清楚明白。目前群落年龄在 50~60 年之间；而在瓦屋山的炳灵工区，有面积较大的原生常绿阔叶林，分布于海拔 1 450~1 900 m 的地段。除小范围内存在旅游干扰外，基本无其它人为干扰。两地段相距不足 10 km。本文选择木姜杠次生常绿阔叶林和炳灵原生常绿阔叶林为对象，1994 年首先进行了线路调查、标本采集，1995~1997 年分别进行了群落样地调查，在木姜杠区获得次生常绿阔叶林调查样方 25 个，在炳灵获得原生常绿阔叶林样方 30 个。考虑分析、比较和判断的一致性，为使比较的群落自然环境相对一致，本文仅选择两地段海拔

① 四川省林科院造林室，1989. 国营洪雅林场土壤类型图说明.

1 500 ~ 1 900 m 的地段的所有调查森林样方和两地段相关线路采集的标本进行统计、分析比较。木姜杠区次生常绿阔叶林样方 19 个，炳灵原生常绿阔叶林样方 16 个。样地调查时，乔木层调查面积 20 m × 20 m，在每一个乔木样地内设 5 m × 5 m 小样地 3 个，草本调查在 5 个 1 m × 1 m 小样地上进行，记录的指标有种名、高度、盖度、物候期，乔木胸高直径等。根据调查样方分别编制两类型的种子植物初步名录。所有凭证标本存于中国科学院成都生物所标本馆内。

区系相似性比较采用 Sorense 式 K = 2c/（A + B）公式计算（c 为共有数，A 为 A 区拥有的数，B 为 B 区拥有的数）（刘念等，1992）；区系地理成分及其性质分析采用吴征镒教授发表的分布区类型及确定方法（吴征镒，1991，1993）。

3　结果分析

3.1　自然恢复的常绿阔叶林区系多样性及其组成特点

初步的调查统计表明，自然恢复的次生湿性常绿阔叶林（1 500 ~ 1 900 m）中有种子植物 289 种，归属 82 科 194 属。其中含较多属（3 属以上）的大科 24 个（表 1）。这 24 科含 124 属和 213 种，对瓦屋山自然恢复的次生湿性常绿阔叶林区系组成具有举足轻重的作用。

表 1　瓦屋山自然恢复的次生常绿阔叶林中种子植物大科及所含属、种统计

Table 1　Big families，including genera and species of seed plants in secondary restoration evergreen broad – leaved forest in Wawushan National Forest Park，Southwestern China

科名 Family	属数 No. of genera	种数 No. of species	科名 Family	属数 No. of genera	种数 No. of species
Rosaceae 蔷薇科	12	26	Urticaceae 荨麻科	4	7
Liliaceae 百合科	14	23	Celastraceae 卫矛科	3	6
Gramineae 禾本科	7	14	Magnoliaceae 木兰科	4	6
Lauraceae 樟科	6	14	Styracaceae 野茉莉科	4	6
Ranunculaceae 毛茛科	8	13	Umbelliferae 伞形科	5	6
Ericaceae 杜鹃花科	4	12	Lardizabalaceae 木通科	4	5
Fagaceae 壳斗科	5	12	Labiatae 唇形科	3	4
Theaceae 山茶科	4	9	Berberiaceae 小檗科	3	4
Araliaceae 五加科	6	8	Scrophulariaceae 玄参科	3	4
Saxifragaceae 虎耳草科	6	8	Vitaceae 葡萄科	3	4
Cornaceae 山茱萸科	4	7	Betulaceae 桦木科	3	4
Compositae 菊科	5	7	Leguminosae 豆科	4	4

同样根据各属所含种的多少统计，木姜杠自然恢复的湿性常绿阔叶林含 3 种以上的主要属有 19 个而所含种达 84 种（表 2）。从种子植物区系组成可以看出，瓦屋山自然恢复的次生湿性常绿阔叶林物种组成已较为复杂。

与同地带的相对稳定的常绿阔叶林（有种子植物 286 种，分属 83 科 197 属）相比，木姜杠湿性常绿阔叶林在严重的采伐破坏后，经 42 年的自然恢复，其种子植物区系组成已经与相对稳定的原生湿性常绿阔叶林相近（表 3）。

表2 瓦屋山自然恢复的次生湿性常绿阔叶林含3种以上的主要种子植物属

Table 2 Genera with over 3 species of seed plants in the secondary restoring of humid evergreen broad – leaved forest in Mt. Wawushan National Forest Park of southwestern China

属名 Genera	所含种数 No. of species	隶属的科名 Belonged to Family	属名 Genera	所含种数 No. of species	隶属的科名 Belonged to Family
石栎属 *Lithocarpus*	4	Fagaceae	排草属 *Lysimachia*	4	Primulaceae
青冈属 *Cyclobalanopsis*	3	Fagaceae	花楸属 *Sorbus*	3	Rosaceae
卫矛属 *Euonymus*	4	Celastraceae	莎草属 *Cyperus*	4	Cyperaceae
木姜子属 *Litsea*	5	Lauraceae	悬钩子属 *Rubus*	5	Rosaceae
荚蒾属 *Vibernum*	4	Caprifoliaceae	栒子木属 *Cotoneaster*	3	Rosaceae
山胡椒属 *Lindera*	6	Lauraceae	山矾属 *Symplocos*	4	Symplocaceae
沿阶草属 *Ophiopogon*	3	Liliaceae	槭属 *Acer*	6	Aceraceae
柃木属 *Eurya*	5	Theaceae	冬青属 *Ilex*	5	Aquifoliaceae
猕猴桃属 *Actinidia*	4	Actinidiaceae	菝契属 *Smilax*	4	Liliaceae
杜鹃属 *Rhododendron*	6	Ericaceae			

表3 瓦屋山国家森林公园原生和次生湿性常绿阔叶林区系组成相似性比较

Table 3 Similarity between the spermatophytic floristic elements of the secondary and primary evergreen broad – leaved forest in Wawushan National Forest Park of the southwestern China

项目 Item	共有数 Common C	相似性系数 Similarity K（%）
科 Family	82	99.39
属 Genera	187	95.65
种 Species	251	84.30

按 Sorense 式 K = 2C/（A + B），计算相似性。其中 C 为共有数，A 为 A 区拥有的数，B 为 B 区拥有的数

3.2 区系地理成分及其性质分析与比较

对瓦屋山同地带的原生与次生的湿性常绿阔叶林内种子植物属的分布区类型进行了统计（表4）。从表4中不难看出以下特点：(1) 本区的植物区系成分除与中亚和地中海区、西亚至中亚地理成分无联系外，与其它13个地理成分都有联系，都能找到代表性的属、种，这充分反映出该地区区系成分的复杂性。(2) 温带成分较热带成分占有优势。广义的温带成分包括北温带分布（次生和原生分别为48属和45属，下同)、东亚北美洲间断分布（22和21属)、温带亚洲分布（2和2属)、旧世界温带分布（8和8属)、东亚分布(31和32属)，共计约111属和108属；广义的热带成分包括泛热带成分（22和24属)、热带亚洲和热带美洲间断分布（4和5属)、旧世界热带分布（5和6属)、热带亚洲和热带大洋洲间断分布（5和6属)、热带亚洲和热带非洲间断分布（2和3属)、热带亚洲分布（16和22属）的成分，这些共计约54和66属。温带成分明显占优势现象的出现，首先是受地理纬度的影响，由于该区地处中纬度，大气候条件更有利于温带和北极植物区系成分的发育和发展（齐金根等，1991)。除此而外该区及临近地区的亚高山地貌的高湿、冷温条件也是导致温带植物区系成分发育的有利条件。(3) 北温带成分与东亚成分特别明显，两类的二者和分别占全部温带成分的71.17%和71.30%；泛热带成分和热带亚洲成分特别明显，两类的二者和分别占全部热带成分的70.37%和71.87%。这些温带植物区系成分和热带植物区系成分的形成和发育主要受制于第四纪冰期大气候的影响和当地小气

候的作用，也与该区处于四川盆地山地西缘和四周有中高山的阻挡不无关系。(4) 从上述地理成分及组成来看，该区两地种子植物区系成分有两方面的过渡性。表现为热带、泛热带成分向北温带、泛温带成分过渡和热带亚洲、喜马拉雅成分向东亚、东亚 – 北美洲间断分布型过渡，尤其是后一种过渡性表现比较明显。也就是说，包括瓦屋山地区在内的四川盆地西缘山地很有可能是中国 – 喜马拉雅植物区系和中国 – 日本植物区系的交汇地带，进一步证实了前人的推测（吴征镒 1979；中国植被编辑委员会 1980；吴征镒和王荷生 1983)。

表 4　瓦屋山原生和次生湿性常绿阔叶林内种子植物属的分布区类型

Table 4　Distribution types on genera of seed plants in the primary and secondary evergreen broad – leaved forest in Wawushan national Forest Park of southwestern China

分布区类型 Distribution types	次生林 Secondary forest	原生林 Primary forest
世界分布 Cosmopolitan	21	14
泛热带分布 Pantropic	22	24
热带亚洲和热带美洲间断分布 Tropic Asia to Tropic America disjuncted	4	5
旧世界热带分布 Old world tropic	5	6
热带亚洲和热带大洋洲间断分布 Tropic Asia to Australasia disjuncted	5	6
热带亚洲和热带非洲间断分布 Tropic Asia to Tropic Africa disjuncted	2	3
热带亚洲分布 Tropic Asia	16	22
北温带分布 North Temperate	48	45
东亚和北美间断分布 E. Asia & N. America disjuncted	22	21
旧世界温带分布 Old World Temperate	8	8
温带亚洲分布 Temp. Asia	2	2
东亚分布 E. Asia	31	32
中国特有分布 Endemic to China	8	8
合计 Total	194	197

自然恢复 42 年后的次生常绿阔叶林与相对稳定的原生常绿阔叶林相比（表 4），种子植物区系性质一致。从区系的丰富度来看，与相对稳定的原生常绿阔叶林相比，自然恢复 42 年后的次生常绿阔叶林的种子植物区系已得到迅速恢复，并与相对稳定的常绿阔叶林非常相似了。但从区系的组成来看，仍有本质的差异。木姜杠自然恢复林的世界分布和温带分布成分多（7 属和 4 属），热带分布成分少（10 属）。这表明原生的植被严重破坏后能沿着原来的地带性植被方向迅速恢复原有群落的物种结构和性质。与破坏后初期的植被物种组成调查结果相比，相对稳定的常绿阔叶林破坏后除原有生境中储藏的更新繁殖库（种子、幼苗库、幼树库）由于环境资源（特别是光、养分）胁迫的解除而得以生长释放外，首先迅速侵入的是非乡土生的较广布的成分和喜光、生长迅速的落叶温带成分如花楸属、山茱萸属、樱属等。在植被自然恢复过程中，这些成分由初期的局部优势种演替为目前的伴生种，在一些群落中已经基本消失。目前这些成分主要以灌木和草本生长型存在于木姜杠自然恢复林中。

3.3　次生与原生常绿阔叶林中中国特有植物和珍稀濒危植物组成比较分析

物种及其资源在赖以生存的森林破坏后往往消失，导致生物多样性和资源的损失是我国面临的重要问题（陈灵芝，1993；刘照光等，1997)。因而森林恢复和重建是否能使这些乡土物种顺利回归，资源能否恢复是评价森林恢复成功与否的重要问题。在瓦屋山相对

稳定的原生中亚热带湿性常绿阔叶林中中国特有种子植物十分丰富。其特有属有珙桐 *Davidia*、银鹊树属 *Tapiscia*、大血藤 *Sargentodoxa*、星果草 *Asteropyrum*、丫蕊花 *Ypsilandra*、大苞芹 *Dickinsia*、藤山柳 *Clemtoclethra*、香果树 *Emmenopterys*、猫儿屎 *Decasnea*、八月瓜 *Holboellia*、八角莲 *Desosma* 等（吴征镒，1991；李锡文，1993）。除香果树外，其他属植物均在短短的 42 年已成功回归或就地保存到恢复区次生常绿阔叶林中。上述属所含种（表 5）都是我国中亚热带湿性常绿阔叶林的标志种，这些属所含种都在目前我国大面积常绿阔叶林破坏后成为了珍稀濒危保护植物（王献溥 1988）。这些植物的成功回归或就地保存表明植被破坏后的自然恢复是中国特有种子植物和珍稀濒危植物保护的一个重要途径。

表 5　木姜杠恢复的国家级珍稀濒危和重要资源植物

Table 5　Chinese endngered and rare plants in the secondary restoring evergreen broad – leaved forest in Wawushan National Forest Park of southwestern China

种名 species	保护级 conservation class	存在状况 existing state	种名 species	保护级 conservation class	存在状况 existing state
珙桐 *Davidia involucrata*	1	E	黄莲 *Coptis chinensis*		T
连香树 *Cercidiphyllum japonicum*	2	R	短萼黄莲 *Coptis brevisepala*		E
蓖子三尖杉 *Cephalotaxus oliveri*		E	天竺桂 *Cinnamomum japonicum*		E
白豆杉 *Pseudotaxus chienii*		E	银鹊树 *Tapiscia sinensis*		T
红豆杉 *Taxus chinensis*		E	白辛树 *Pterostyrax hispidus*		R
巴东木莲 *Manglietia patungensis*		E	桢楠 *Phoebe zhennan*		E
光叶珙桐 *Davidia involucrata* var. *vilmoriniana*		R	华榛 *Corylus chinensis*		R
水青树 *Tetracentron sinense*		T	木瓜红 *Rehderodendron macrocarpum*		T
天麻 *Gastrodia elata*	3	E	延龄草 *Trillium tschonoskii*		T
毛红椿 *Toona ciliata* var. *pubescens*		R	栽培种		
领春木 *Euptelea ftranchetii*		R	银杏 *Ginko biloba*		R
穗花杉 *Amentotaxus argotaenia*		E	厚朴 *Magnolia officinalis*		E
猫儿屎 *Decaisnea fargesii*		T	凹叶厚朴 *M. officinalis* var. *biloba*		E
八角莲 *Dysosma versipellis*		T	水杉 *Metaseqoia glyptostroboides*		E

备注：表中，R—rare 稀有，E—endengered 濒危，T—threatened 渐危

3.4　林分乔木优势种组成多样性比较

根据对各地段样地高于 3 m 的木本植物的统计，次生常绿阔叶林乔木层树种有 67 个，而原生林仅 57 个种；次生和原生常绿阔叶林乔木层重要值大于 1 的树种分别列于表 6、表 7。主要优势物种为扁刺栲 *Castanopsis platyacantha*、华木荷 *Schima sinense*、石栎 *Lithocarpus*（*viridis*，*hancei*）、细梗吴茱萸叶五加 *Acanthapanox evodiaefolius* var. *gricilis*、秉氏润楠 *Machilus pingji* 等，与原生常绿阔叶林相似（原生林中尚有三脉水丝梨 *Sycopsis triplinevia*）。总体上，瓦屋山次生常绿阔叶林乔木层主要物种已与原生林乔木物种组成相似（表 6，7）。区域优势种已相近。不同的是次生林尚存在较多的已处于伴生状态（局部地段还居于优势地位）的落叶种类。

表 6　瓦屋山自然恢复的次生常绿阔叶林林乔木层主要物种及其重要值（据 19 个样方统计）

Table 6　Woody plant species and Importance Indexes in the tree layer of the evergreen broad – leaved forest in the secondary restoring broad – leaved evergreen forest (counted according to 19 plots in an altitude of between 1 500 m ~ 1 900 m; RA = relative abundance; RF = relative frequency; RP = relative prominence; IV = importance value)

树种 Species	相对多度 RA%	相对频度 RF%	相对显著度 RP%	重要值 IV
扁刺栲 *Castanopsis platyacantha*	22.205	5.907	35.66	21.126
华木荷 *Schima sinense*	13.292	4.219	18.216	11.909
秉氏润楠 *Machilus pingji*	7.584	5.907	3.653	5.715
石栎 *Lithocarpus*（*viridis*，*hancei*）	9.461	4.641	6.286	6.796
四川山胡椒 *Lindera szetchuanensis*	2.189	3.797	0.701	2.229
川桂 *Cinnamomum szechuanensis*	1.095	2.954	0.566	1.538
细梗吴茱萸叶五加 *Acanthapanox evodiaefolius* var. *gricilis*	3.284	4.641	5.403	4.443
水青冈 *Fagus lucida*	0.625	1.266	1.486	1.126
川山矾 *Symplocos setchaensis*	3.787	3.376	1.515	2.959
尾叶樱 *Prunuscaudata*	1.173	2.110	0.901	1.395
榛子 *Corylus* spp.	1.564	1.688	0.875	1.376
包石栎 *Lithocarpus cleistocarpus*	0.782	1.266	2.441	1.496
曼青冈 *Cyclobalanopsis oxydon*	2.502	2.110	4.654	3.089
中华槭 *Acer sinense*	1.016	2.110	1.114	1.413
腺果杜鹃 *Rhododen drondavidii*	1.876	1.266	0.478	1.207
七叶树 *Aesculus wilsonii*	1.173	0.844	1.024	1.014
银叶杜鹃 *Rhododendron argrophyllum*	1.986	1.688	1.534	1.569
川鄂山茱萸 *Cornus chinensis*	1.016	2.110	0.537	1.221
灯台树 *Cornus controversa*	2.189	3.777	2.359	2.782
大钟杜鹃 *Rhododendron ririei*	2.189	1.266	1.051	1.502

4　结论与讨论

4.1　自然恢复是常绿阔叶林破坏后的物种多样性与资源维持和保护的有效途径之一

生物多样性的丧失是全球性的重大事件，已成为人类持续发展的重要障碍。其丧失的直接原因可归咎于生境的破坏和片断化、生物资源的过度略取和利用、外来种的侵入以及由此而来的次生环境退化（杨建新，1993；马克平等，1995）。我国自然生境的丧失率达到 61%（陈灵芝，1993），其中森林的破坏是最严重的引起陆生生物多样性丧失的人为干扰事件。亚热带地区常绿阔叶林是我国生物多样性最高的森林生态系统之一，亚热带常绿阔叶林区则是具有国际意义的陆地生物多样性保护的关键地区之一，也是中国植物资源最丰富的地区之一。其面积占我国土地面积的四分之一。由于人类长期的干扰和破坏，亚热带常绿阔叶林已被大面积的农业植被、各种单一成片的人工林以及灌丛和草坡所取代，现存面积不过 5%。而整个长江流域分布较集中的常绿阔叶林不过 0.22%。亚热带常绿阔叶林地区环境退化严重，生物多样性遭到严重破坏，植物资源锐减。加强现有常绿阔叶林的保护势在必行！目前生物多样性保护一般从就地建立自然保护区和迁地建立植物园两个途径加以保护（陈灵芝，1993）。后一途径是就物种而保护，难于从根本上使更多物种得以有效保护；前一途径虽然基于生境保护，可以有效保护和维持大量物种，但由于保护的对象主要关注有限的自然生态系统，因而是一种被动的消极保护策略。同时从植物资源保护

和维持而论，是很难达到人们所期望的目的的。因此，寻求既保护和维持生物多样性，又保护和维持资源多样性的主动的策略，是十分必要的。

表7 瓦屋山原生林乔木层树种组成及其重要性（16个样方统计结果）

Table 7 Woody plant species and Importance Index in the tree layer of primary evergreen broad – leaved forest in Wawushan National Forest Park of southwestern China.（counted according to 16 plots in an altitude of between 1 400 m and 1 900 m；RA = relative abundance；RF = relative frequency；RP = relative prominence；IV = importance value）

树种 Species	相对多度 RD%	相对频度 RF%	相对显著度 RP%	重要值 IV
扁刺栲 *Castanopsis platyacantha*	11.048	7.305	23.354	13.902
华木荷 *Schima sinense*	5.760	5.479	20.332	10.524
三脉水丝梨 *Sycopsis triplinervia*	15.109	2.283	9.603	8.998
川桂 *Cinnammomum szechuanensis*	8.215	5.936	8.968	7.706
石栎 *Lithocarpus*（*viridis* and *hancei*）	6.421	5.479	11.585	7.828
槭 Acer（*laxiflorum* and *flabellatum*）	2.833	5.479	2.421	3.578
细梗吴茱萸叶五加 *Acanthapanax evodiaefolius* var. *gracilis*	1.228	2.739	2.478	2.148
稠李 *Prunus brachypoda*	0.755	1.826	1.249	1.277
野桐 *Mallotus tenuifolius*	0.849	1.826	0.628	1.101
四川山胡椒 *Lindera setchuanensis*	1.416	2.739	0.787	1.647
冬青 *Ilex* spp.（3 species）	6.704	5.022	1.002	4.243
大叶冬青 *Ilex macrocarpa*	1.228	2.739	1.268	1.745
山茶 *Camellia pitardii*	1.889	3.196	0.274	1.786
灯台树 *Cornus controversa*	0.661	2.739	0.405	1.268
柃木 *Eurya* spp.（3 species）	10.387	4.566	1.245	5.399
山矾 *Symplocos* spp.（3 species）	2.266	4.109	0.495	2.290
木瓜红 *Rehderodendron macrocarpa*	1.039	1.826	1.729	1.531
细叶青冈 *Cycolbalanopsis gracilis*	0.849	1.826	0.324	1.000
曼青冈 *Cycolobanlanopsis oxydon*	1.228	1.826	1.073	1.376
卫矛 *Eunnonomus* sp.	1.039	0.913	1.122	1.025
西南赛楠 *Nothaphoebe cavaleriei*	1.699	1.826	0.134	1.219
川钓樟 *Lindera pulcherrima* var. *hemsleyana*	1.699	1.826	0.134	1.219

生态恢复重建是保护生物多样性的重要措施之一。有效的生态重建更多的依赖自然更新过程，有效的生态重建需要充分利用碎裂生境，实现景观生态、自然演替和管理等的综合统一（Fiedler & Jain，1992）。常绿阔叶林退化生态系统恢复的一般途径及其方法主要可归纳为自然恢复、人工促进自然恢复以及按生态学原理人工设计生态工程。按生态学原理人工设计生态工程（即人工林建设）已有大量的实践和研究报道（徐福余等，1990；银春台，1990；杨玉坡，1992；贺金生和陈伟烈，1995；余作岳等，1995；彭少麟等，1995；刘世忠等，1998），这是目前生态恢复实践的主要途径。虽然目的有所不同，或为了环境治理如水源涵养、水土保持，或为了追求较高的生产力和经济效益（如木材生产量），或是二者兼顾，但基本上是人工建立单一的针叶林、阔叶林或针阔混交林。这种主观上选择少数物种在较大范围内开展重建虽然可以获得较高的生产力，也取得一定的生态环境治理效果（杨玉坡，1992），但仍显著降低了常绿阔叶林生态系统的物种丰富度和基因多样性（Fiedler & Jain，1992），也难以达到常绿阔叶林生态系统应有生态功能恢复的目的。

本文对瓦屋山的湿性常绿阔叶林破坏后恢复的次生群落及其与原生湿性常绿阔叶林的

比较研究表明，木姜杠中山湿性常绿阔叶林砍伐破坏后在封山条件下经过 42 年的自然恢复形成的植被，已经形成常绿阔叶外貌，其物种多样性丰富，区系组成已经与破坏前相似；湿性常绿阔叶林的典型珍稀濒危和标志种已经随森林环境的恢复而迅速回归或就地保存；虽然自然恢复的次生林乔木层尚存在较多落叶伴生种，但优势种已与破坏前相似。有力地说明了中山湿性常绿阔叶林砍伐破坏后物种自然恢复迅速、恢复效果也较好，暗示自然恢复是该区常绿阔叶林及其生物多样性恢复和重建的有效途径之一。从生物多样性维持和保护与森林多种资源的维持和保护而言，我们建议加强次生自然恢复林的有效保护，建立更多的自然保护区，以弥补目前仅加强主要自然原生林保护的不足。

4.2　物种多样性的恢复可作为生态恢复效果评价的有效指标之一

森林破坏后，人们进行着各种努力试图恢复和重建满足某种目的的森林。在我国由于森林破坏的历史长，现存森林少，恢复和重建森林的愿望特别强烈，并已经和正在作出艰苦的努力，已经恢复和重建了类型多样的人工森林，代表性的工作首推我国从七十年代开始的全国范围内的十大防护林工程建设。但迄今为止，对这些森林恢复和重建的评价虽有大量的研究，但更多的是侧重于生态效益的评价。如何从森林生态系统恢复和持续发展的角度全面评价还是一个需要深入探讨的问题。这不仅仅涉及到森林恢复与重建的目标、方法和措施的应用和调整，更与恢复和重建的森林管理密切相关。

物种组成和多样性是群落和森林最基本的特点，物种特别是优势种组成的差异能较好的反映出群落结构和功能的差异，因而受到群落研究的普遍重视。已有的研究表明，物种组成和多样性是判断森林演替阶段的重要指标（温远光等，1998；彭少麟等，1995，1996），也已经有人建议作为人工林评级的标准（Spellerberg and Sawyer，1996）。我国大量研究也表明人工林退化的根本原因就在于物种组成简单和生物多样性低（徐化成，1991；盛炜彤，1993）。本文研究结果已经表明，物种组成和多样性可作为森林恢复效果评价的重要指标之一。因为物种组成对森林破坏后的环境作出反应，从而指示环境的变化。但在应用多样性评价森林恢复效果时，仅用多样性指数或物种组成数量来衡量，是不够的。更重要的是应从多样性组成和性质等如顶极物种、中间阶段物种和先锋种组成比例、珍稀物种回归、标志种和关键种组成等进行综合评价（以原生林为参照）。

致谢：线路调查的野外工作是在杨光辉教授的指导和亲自参与下完成的，参加部分野外线路调查的还有孙书存、王乾、但万春、郑明全，参加部分样地调查的还有刘庆、石培礼、孙书存、刘仁东、何勇等先生。部分标本分别得到杨光辉、溥发鼎、许介眉、李朝銮、孔宪需、高宝莼、胡孝宏、曹亚玲、杨钦周、高信芬、何永华等诸位先生的确认或鉴定。野外工作得到瓦屋山国家森林公园和各工区领导与职工的大力支持和帮助，室内标本鉴定、整理、管理得到生物所标本馆刘德琴和刘莉华女士的大力支持和帮助。

〔参 考 文 献〕

马克平，钱迎倩，王晨，1995．生物多样性研究现状与发展趋势〔J〕．科技导报，(1)：27～30

中国植被编辑委员会，1980．中国植被〔M〕．北京：科学出版社

王荷生，1992．植物区系地理〔M〕．北京：科学出版社

四川植被协作组，1980. 四川植被〔M〕. 成都：四川人民出版社

齐金根. 陈伟烈. 王金亭等，1991. "华西野生植物实验保护中心"及临近地区的植物区系与植被特征分析〔J〕. 植物学集刊，(5)：87~105

李昌华，1981. 杉木人工林与阔叶杂木林土壤养分平衡因素差异的初步研究〔J〕. 土壤学报，**18** (3)：255~261

李昌华，李中菊，1993. 江西九连山常绿阔叶林林下土壤的物理性质、水分状况及水源涵养能力的初步研究〔J〕. 自然资源学报，**6** (4)：370~379

李锡文，李捷，1993. 横断山区种子植物区系初步研究〔J〕. 云南植物研究，**5** (3)：217~231

刘照光，张雨成，吴宁. 1997. 长江上游森林生态系统与可持续发展. 见：牛德水主编，农业生物学研究与农业持续发展〔M〕. 北京：科学出版社，227~232

刘照光，1994. 岷江上游生态环境现状与恢复植被的途径. 见：姜恕、陈昌笃主编. 被生态学研究〔M〕. 北京：科学出版社，399~408

刘金林，周秀佳，顾谦诘等，1983. 浙江午潮次生林演替过程分析〔J〕. 植物生态学与地植物学丛刊，**7** (1)：8~19

刘念，叶华谷，张桂才等. 1994. 广西弄化自然保护区植物区系研究〔C〕. 中国科学院华南植物研究所集刊，第 9 集，1~16

刘世忠，敖惠修，何道泉等，1998. 广东五华县亚热带季风常绿阔叶林退化生态系统恢复的初步研究〔J〕. 热带亚热带植物学报，**6** (1)：57~64

祁承经，1990. 我国亚热带天然林的开发与保护问题〔J〕. 武汉植物学研究，**8** (2) 147~156

陈伟烈，贺金生，1995. 中国亚热带地区的退化生态系统：类型、分布、结构特征及恢复途径. 见：陈灵芝，陈伟烈主编，中国退化生态系统〔M〕. 北京：中国科学技术出版社，61~93

陈灵芝，陈伟烈主编，1995. 中国退化生态系统〔M〕. 北京：中国科学技术出版社

陈灵芝主编，1993. 中国的生物多样性——现状及其保护对策〔M〕. 北京：科学出版社，6~21

吴征镒，1991，1993. 中国种子植物属的分布区类型〔J〕. 云南植物研究，增刊 IV，1~178

吴征镒，1979. 论中国植物区系的分区问题〔J〕. 云南植物研究，**1** (1)：11~13

吴征镒，王荷生，1983. 中国自然地理——植物地理（上册）〔M〕. 北京：科学出版社

杨玉坡主编，1993. 长江上游（川江）防护林研究〔M〕. 北京：科学出版社

杨建新，1993. 生物多样性——人类持续发展的自然基础的研究〔J〕. 环境科学进展，**1** (3)：26~35

余作岳，彭少麟，1995. 热带亚热带退化生态系统的植被恢复及其效应〔J〕. 生态学报，**15**，增刊：1~17

张水松，林光，陈长发等，1997. 次生常绿阔叶林抚育改造技术研究〔J〕. 林业科学研究，**10** (5)：506~513

张鼎华，林肖文，1993. 采伐迹地恢复阔叶林与人工栽杉土壤肥力变化差异的初步研究〔J〕. 生态学报，**13** (3)：262

赵崇儒，1991. 洪雅林场志〔M〕. 成都：四川人民出版社

高宝莼主编，1990. 四川的珍稀濒危植物〔M〕. 成都：四川人民出版社

徐福余，林思祖，俞新妥，1990. 闽北木荷人工林生产潜力研究〔J〕. 应用生态学报，**1** (4)：289–293

徐化成，1991. 人工林和天然林的比较评价〔J〕. 世界林业研究，**4** (3)：50~55

银春台主编，1990. 中国长江中上游防护林体系〔M〕. 成都：四川科学技术出版社

盛炜彤，1993. 人工林地衰退研究〔M〕. 北京：中国林业出版社

彭少麟，方炜，1995. 热带人工林生态系统重建过程物种多样性的发展〔J〕. 生态学报，**15**，增刊：18~30

彭少麟，方炜，1996. 广州白云山次生常绿阔叶林结构动态〔J〕. 应用与环境生物学报，**2** (1)：22~29

温远光，元昌安，李信贤等，1998. 大明山中山植被恢复过程植物物种多样性的变化〔J〕. 植物生态学报，**22** (1)：33~40

Fiedler，Jain，1992. Conservation biology：the theory and practice of nature conservation，preservation，and management〔M〕. Champman and Hall Publisher

Myint A K，T Hofer. 1998. Forestry and Key Asian Watersheds〔M〕. Kathmandu，ICIMOD，44~49

Spellerberg I F，Sawyer J W D，1996. Standards for biodiversity：a proposal based on biodiversity standards for forest plantations〔J〕. *Biodiversity and Conservation*，**5**：447~459